



(11)

EP 3 122 912 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention de la délivrance du brevet:
15.05.2024 Bulletin 2024/20

(21) Numéro de dépôt: **15711658.3**(22) Date de dépôt: **20.03.2015**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
C22C 21/08 (2006.01) **C22F 1/047** (2006.01)
C25D 11/04 (2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
C22C 21/08; C22F 1/047; C25D 11/08; C25D 11/10

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/EP2015/000614

(87) Numéro de publication internationale:
WO 2015/144303 (01.10.2015 Gazette 2015/39)

(54) PRODUIT FILÉ EN ALLIAGE 6XXX APTE AU DÉCOLLETAGE ET PRÉSENTANT UNE FAIBLE RUGOSITÉ APRÈS ANODISATION

EXTRUDIERTES PRODUKT AUS LEGIERUNG 6XXX GEEIGNET FÜR AUTOMATENDREHEN UND MIT EINER GERINGEN RAUHIGKEIT NACH DER ANODISIERUNG

EXTRUDED PRODUCT OF ALLOY 6XXX SUITABLE FOR FREE-CUTTING AND WITH A LOW ROUGHNESS AFTER ANODIZING

- (84) Etats contractants désignés:
AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR
- (30) Priorité: **24.03.2014 FR 1400703**
- (43) Date de publication de la demande:
01.02.2017 Bulletin 2017/05
- (73) Titulaire: **Constellium Extrusion Decin S.r.o.**
40502 Decin V (CZ)
- (72) Inventeurs:
 - **DOLEGA, Lukasz**
F-38000 Grenoble (FR)
 - **SAFRANY, Jean-sylvestre**
F-38500 Voiron (FR)
 - **KOLARIK, Ivo**
40501 Decin (CZ)
- (74) Mandataire: **Constellium - Propriété Industrielle**
C-TEC Constellium Technology Center
Propriété Industrielle
Parc Economique Centr'Alp
725, rue Aristide Bergès
CS10027
38341 Voreppe (FR)

- (56) Documents cités:
- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| EP-A1- 0 761 834 | EP-A1- 2 518 171 |
| EP-A1- 2 553 131 | EP-A1- 2 664 687 |
| EP-A2- 0 176 187 | EP-B1- 2 553 131 |
| WO-A1-98/05436 | CN-A- 1 382 820 |
| JP-A- H10 265 884 | JP-A- 2003 119 537 |
| JP-A- 2004 292 847 | JP-A- 2005 272 853 |
| JP-A- 2009 068 097 | JP-A- 2011 047 052 |
| US-A- 3 524 799 | US-A- 5 342 459 |
| US-A1- 2009 242 087 | US-B1- 6 248 189 |
- Kaiser Aluminum: "Rod & Bar Alloy 6064 Technical Data", , 6 janvier 2007 (2007-01-06), pages 1-2, XP055135334, Extrait de l'Internet: URL:<http://www.kaiseraluminum.com/wp-content/uploads/2007/05/rod-bar-alloy-6064.pdf> [extrait le 2014-08-19]
 - WOOD W G ED - AMERICAN SOCIETY FOR METALS: "Metals Handbook, Ninth Edition, ALUMINUM", 1 janvier 1982 (1982-01-01), METALS HANDBOOK. SURFACE CLEANING, FINISHING, AND COATING; [METALS HANDBOOK], METALS PARK, OH : ASM, US, PAGE(S) 585 - 597, XP002244144, le document en entier

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

- VAN GEERTRUYDEN W H ET AL: "Surface grain structure development during indirect extrusion of 6xxx aluminum alloys", JOURNAL OF MATERIALS SCIENCE, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, BO, vol. 40, no. 14, 1 juillet 2005 (2005-07-01), pages 3861-3863, XP019210485, ISSN: 1573-4803, DOI: 10.1007/S10853-005-2545-Z
- MINODA T ET AL: "Effect of grain boundary characteristics on intergranular corrosion resistance of 6061 aluminum alloy extrusion", METALLURGICAL AND MATERIALS TRANSACTIONS A, SPRINGER-VERLAG, NEW YORK, vol. 33, no. 9, 1 septembre 2002 (2002-09-01), pages 2891-2898, XP019694113, ISSN: 1543-1940
- BRYANT ET AL: "Effect of extrusion temperature on the toughness of aluminum alloys in extruded form", INSTITUTE OF METALS, MONOGRAPH AND REPORT SERIES, LONDON, GB, vol. 35, 1 janvier 1972 (1972-01-01), pages 89-94, XP009189026, ISSN: 0073-9464
- Jostein Røyset ET AL: "Comparison of Properties of Extruded 6xxx Alloys in T5 Temper versus T6 Temper", MATERIALS FORUM VOLUME 28, 1 janvier 2004 (2004-01-01), pages 300-304, XP055135639, Extrait de l'Internet:
URL:http://www.materialsaustralia.com.au/lib/pdf/Materials_Forum/Volume28/GP_31.pdf [extrait le 2014-08-20]
- RINDERER BARBARA ED - PRASAD A ET AL: "The Metallurgy of Homogenisation", ALUMINIUM CAST HOUSE TECHNOLOGY XII : SELECTED, PEER REVIEWED PAPERS FROM THE 12TH INTERNATIONAL CONFERENCE AND EXHIBITION, ON ALUMINIUM CAST HOUSE TECHNOLOGY, SEPTEMBER 11-14, 2011, MELBOURNE, AUSTRALIA, vol. 693 1 January 2011 (2011-01-01), pages 264-275, XP009519269, DOI: 10.4028/WWW.SCIENTIFIC.NET/MSF.693.264 ISBN: 978-3-03785-209-5 Retrieved from the Internet:
URL:<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.693?nosfx=y> [retrieved on 2011-07-01]
- Asm Handbook Committee: "Heat Treating of Aluminum Alloys Precipitation from Solid Solution", , 1 January 1991 (1991-01-01), pages 841-879, XP055446965, DOI: 10.1361/asmhba0001205 Retrieved from the Internet:
URL:<https://www.google.nl/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=13&ved=0ahUKEwjiSLX97ITZAhVDIVAKHeMxCyUQFghjMAw&url=https://materialsdata.nist.gov/bitstream/handle/1115/192/Heat%20Treating%20of%20Aluminum%20Alloys.pdf?sequence=3&isAllowed=y&usg=AOvVaw0R-bEoKiihR4bGLsSIPhZ6> [retrieved on 2018-02-01]

Description**Domaine de l'invention**

5 [0001] L'invention concerne les pièces décolletées obtenues à partir de produits filés de type barre ou tige, en alliage d'aluminium de la série AA6xxx, et en particulier des pièces ayant subi postérieurement à l'usinage un traitement de surface.

Etat de la technique

10 [0002] Le décolletage désigne un domaine de fabrication par usinage, en grandes séries, de pièces mécaniques typiquement de révolution (vis, boulon, axe, piston, etc.) par enlèvement de matière à partir de barres ou tiges de métal.

[0003] Celles-ci, notamment dans le cas des alliages d'aluminium, sont généralement obtenues par filage à partir de billettes.

15 [0004] Les pièces sont ainsi produites à des cadences élevées sur des machines de coupe à commande manuelle ou numérique.

[0005] La productivité et l'état de surface ainsi que la précision dimensionnelle de la pièce finale sont les objectifs principaux attachés à ce type de fabrication. Après usinage, les pièces peuvent subir un traitement de surface de protection, typiquement par anodisation. L'anodisation dite dure, typiquement réalisée à basse température (0 - 5°C), forte densité de courant en présence d'acide sulfurique permet d'obtenir des revêtements particulièrement résistants.

20 [0006] Les pièces ainsi produites trouvent leur application dans des domaines variés, de l'horlogerie au matériel médical, en passant par les domaines du transport (aéronautique, ferroviaire, automobile) et industriel (électrique, électronique, hydraulique...).

25 [0007] Il existe une demande croissante pour des pièces mécaniques obtenues par décolletage présentant simultanément une faible rugosité et un revêtement résistant. De plus la résistance à la corrosion intergranulaire des pièces mécaniques obtenues doit être suffisante pour que les pièces ne soient pas remplacées de façon trop fréquente. En particulier pour certaines applications telles que les pistons de freins ou les éléments de boîte de vitesse, diminuer la rugosité tout en réalisant un revêtement résistant permettrait d'améliorer le contact entre la pièce mécanique et son joint et ainsi diminuer l'usure et prolonger la durée de vie des pièces. Cependant les alliages ayant une bonne aptitude au décolletage présentent généralement de nombreuses phases intermétalliques qui lors de l'anodisation dure génèrent une importante rugosité. Ainsi il est très difficile d'obtenir un produit filé présentant simultanément une bonne aptitude au décolletage et une rugosité de surface faible après anodisation.

30 [0008] La demande internationale WO2005/100623 décrit des alliages, préférentiellement sous forme filée, aptes au décolletage et de composition en % en poids Si 0,6 - 2,0 ; Fe 0,2 - 1,0 ; Mg 0,5 - 2,0, Cu max 1,0, Mn max 1,5, Zn max 1,0, Cr max 0,35, Ti max 0,35 et Zr 0,04 - 0,3.

35 [0009] La demande internationale WO 2007/027629 décrit un procédé de tempe sur presse de l'alliage 6020. Le produit obtenu ayant une bonne aptitude au décolletage.

[0010] La demande internationale WO 2008/112698 décrit un produit filé ayant une excellente aptitude au décolletage de composition en % en poids Si 0,8 - 1,5 ; Fe 1,0 - 1,8 ; Cu < 0,1 - Mn < 1 ; Mg 0,6 - 1,2; Ni < 3,0 ; Cr < 0,25 - Ti < 0,1.

40 [0011] La demande internationale WO 2013/170953 décrit un produit de composition, en % en poids, Si : 1,3 - 12 ; Fe 1,35 - 1,8, dans lequel Fe + Si est supérieur à 3,4 ; Cu 0,15 - 6 ; Mg 0,6 - 3 ; Mn < 1 ; Cr < 0,25 ; Ni < 3 - Zn < 1 - Ti < 0,1 - Bi < 0,7 - In < 0,7 - Sn < 0,7. Après usinage et anodisation pour obtenir une couche d'oxyde d'épaisseur 30 µm, la valeur la plus basse de rugosité atteinte est 1,80 µm.

45 [0012] Des procédés d'anodisation permettant de réaliser des couches d'oxydes notamment sur des alliages 6xxx sont connus, par exemple du brevet US 3,524,799 ou de la demande EP 1 980 651. Les alliages testés dans ces documents, tels que l'alliage 6063 ou 6463 ne sont pas connus pour être aptes au décolletage.

50 [0013] Le document « Rod & Bar Alloy 6064 Technical Datasheet », 6 janvier 2007(2007-01-06, pages 1-2 XP0055135334, Extrait de l'internet : URL : <http://www.kaiseraluminium.com/wp-content/uploads/2007/05/rod-bar-alloy-6064.pdf> [extrait le 2014-08-19] de Kayser Aluminum est une fiche technique qui décrit un produit filé d'alliage d'aluminium 6064. Ce document présente les propriétés de cet alliage, en particulier son aptitude à l'usinage et à l'anodisation.

55 [0014] Le brevet US 6,248,189 divulgue un produit permettant la fabrication de tubes extrudés pour des arbres de transmission.

[0015] La demande EP 0 176 187 dévoile un procédé permettant d'obtenir une structure recristallisée après déformation.

60 [0016] La demande JP 2004 292847 A divulgue un produit extrudé ayant une structure recristallisée et ayant de bonnes tolérances dimensionnelles après l'usinage.

[0017] Le problème que la présente invention cherche à résoudre est d'obtenir des produits filés qui soient simulta-

nément aptes au décolletage et résistants à la corrosion intergranulaire et qui présentent après usinage et anodisation une faible rugosité.

Objet de l'invention

[0018] Le produit filé apte au décolletage en alliage d'aluminium selon l'invention est défini par la revendication indépendante 1. L'utilisation d'un produit filé selon l'invention est définie par la revendication indépendante 7. Le procédé de fabrication d'un produit filé selon l'invention est défini par la revendication indépendante 8. Le procédé de fabrication d'une pièce mécanique décolletée et anodisée selon l'invention est défini par la revendication indépendante 9. Les modes préférés sont définis par les revendications dépendantes.

Description des figures

[0019] Figure 1 : Observation des échantillons après le test de corrosion standardisé réalisé selon la norme EN ISO 11846 :2008 (méthode B).

Description de l'invention

[0020] Sauf mention contraire, toutes les indications concernant la composition chimique des alliages sont exprimées comme un pourcentage en poids basé sur le poids total de l'alliage. L'expression 1,4 Cu signifie que la teneur en cuivre exprimée en % en poids est multipliée par 1,4. La désignation des alliages se fait en conformité avec les règlements de The Aluminium Association, connus de l'homme du métier. Sauf mention contraire, les définitions de la norme EN12258-1 s'appliquent. Sauf mention contraire, les définitions des états métallurgiques de la norme EN 515 s'appliquent.

[0021] Sauf mention contraire, les caractéristiques mécaniques statiques, en d'autres termes la résistance à la rupture Rm, la limite d'élasticité conventionnelle à 0,2% d'allongement Rp0,2 et l'allongement à la rupture A%, sont déterminées par un essai de traction selon la norme ISO 6892-1, le prélèvement et le sens de l'essai étant définis par la norme EN 485-1.

[0022] L'aptitude au décolletage est évaluée par un test d'usinage tel que décrit dans la demande internationale WO2013/170953 au paragraphe [0039]. Le test consiste à déterminer l'aptitude à la fragmentation des copeaux en mesurant le nombre de copeaux dans une masse déterminée de copeaux collectés, ici 100g. L'usinage est effectué en utilisant un tour SP 12 CNC et un insert rhombique avec une forme basique de 80° vendu sous la marque enregistrée SANDVIK Coromant Coroturn® 107 avec la référence CCGX 09 T3 04-AL, conçu pour les alliages d'aluminium. Les paramètres d'usinage utilisés sont une vitesse de rotation de 3000 tour/min, une alimentation de 0,3 mm/tour and une profondeur de découpe de 3,5 mm. Les produits filés selon l'invention sont aptes au décolletage c'est-à-dire qu'ils présentent au test décrit dans la demande internationale WO2013/170953 au paragraphe [0039] un nombre de copeaux pour 100g de copeaux d'au moins 3000 et de préférence d'au moins 4000.

[0023] La résistance à la corrosion a été évaluée selon le test normalisé EN ISO 11846 :2008 (méthode B). La surface des échantillons était de 20 cm². Les échantillons ont été préparés par dégraissage avec un solvant organique, immersion 2 mn dans la soude 5% à la température de 55 °C, rincé et immersion 2 mn dans l'acide nitrique 2%.

[0024] Le test de corrosion consiste à immerger pendant 24 heures à température ambiante l'échantillon ainsi préparé dans une solution contenant 30g/l NaCl et 10ml/l d'acide chlorhydrique concentré (p = 1,19 g/ml).

[0025] Trois paramètres de rugosité mesurés selon la norme ISO 4287 sont utilisés :

- R_{max} : hauteur maximale du profil de rugosité, soit la plus grande des valeurs R_{zi} sur la longueur d'évaluation
- R_z : Hauteur moyenne du profil R_z, soit la moyenne arithmétique des valeurs individuelles R_{zi} sur la longueur d'évaluation
- Ra : Ecart moyen de rugosité soit la moyenne arithmétique de toutes les ordonnées du profil sur la longueur d'évaluation.

[0026] Dans le cadre de la présente invention, on appelle structure granulaire essentiellement recristallisée une structure granulaire telle que le taux de recristallisation à ¼ épaisseur est supérieur à 70% et de préférence supérieur à 90%. Le taux de recristallisation est défini comme la fraction de surface sur une coupe métallographique occupée par des grains recristallisés.

[0027] Les présents inventeurs ont constaté que pour des alliages de décolletage connus, tels que les alliages AA6262, AA6064A ou AA6042 ou l'alliage décrit dans la demande internationale WO2013/170953, la rugosité après une anodisation permettant d'obtenir une couche d'oxyde d'épaisseur d'au moins 20 µm et très supérieure à la rugosité avant anodisation. Typiquement même si après usinage on obtient une rugosité telle que R_z < 0,01 µm la rugosité après anodisation est au moins 1,80 µm ou plus. Ainsi lors de l'anodisation la présence de nombreux composés intermétalliques dans ce type d'alliage génère une rugosité importante.

[0028] Les présents inventeurs ont constaté que ce problème est résolu en contrôlant la composition de l'alliage selon l'invention et sa structure granulaire.

[0029] Les produits filés aptes au décolletage selon l'invention sont en alliage d'aluminium de composition, en % en poids, Si 0,4 - 0,8 ; Mg 0,8 - 1,2 ; Cu 0,20 - 0,4 ; Fe 0,05 - 0,4 ; Mn ≤ 0,10 ; Ti < 0,15 ; Cr ≤ 0,08 Bi 0,4-0,8 ; Pb 0,2- 0,4 ; autres éléments < 0,05 chacun et < 0,15 en total, reste aluminium.

[0030] Les valeurs minimales simultanées de silicium, magnésium, cuivre et fer, permettent notamment d'obtenir des produits filés aptes au décolletage. Des alliages ne présentant pas ces teneurs minimales tels que par exemple les alliages 6063 ou 6463 ne sont pas aptes au décolletage.

[0031] De préférence la teneur en cuivre dans ce premier mode de réalisation est au moins 0,23 % en poids. Dans un mode de réalisation de l'invention la teneur en cuivre est au moins 0,30 % en poids. La teneur en fer est de préférence au moins 0,20 % en poids et avantageusement 0,25 % en poids. Selon l'invention, la composition est telle que, en % en poids, Bi : 0,4 - 0,8 et Pb 0,2 - 0,4 et de préférence Pb 0,2 - 0,34.

[0032] De préférence la teneur en silicium est comprise entre 0,5 et 0,7 % en poids et/ou la teneur en magnésium est comprise entre 0,9 et 1,1 % en poids. La structure granulaire essentiellement recristallisée est obtenue notamment grâce au contrôle de la teneur en manganèse et de la teneur en chrome. Préférentiellement la teneur en manganèse est au plus de 0,05 % en poids. La teneur en chrome est au plus de 0,08 % en poids. Selon l'invention, la somme de la teneur en chrome et de manganèse est telle que, en % en poids, Cr + Mn ≤ 0,15 et de préférence Cr + Mn ≤ 0,10. Le contrôle de la teneur en zirconium peut également être important pour l'obtention de la structure granulaire essentiellement recristallisée. La teneur en zirconium est inférieure à 0,04 % en poids et de préférence inférieure à 0,03 % en poids.

[0033] L'alliage et la structure métallurgique des produits filés selon l'invention sont également avantageux car leur aptitude au filage est excellente, notamment la pression nécessaire pour initier le filage est plus faible, la vitesse de filage est plus élevée que pour des alliages connus et on n'observe pas de défauts de filage tels que des arrachements à chaud.

[0034] Contrairement à ce qui aurait pu être prévu, les produits filés selon l'invention présentent des propriétés de résistance mécanique statiques satisfaisantes : leur limite d'élasticité étant de préférence à l'état T6 d'au moins 300 MPa et leur allongement étant d'au moins 10 % et leur limite d'élasticité étant de préférence à l'état T9 d'au moins 330 MPa et leur allongement étant d'au moins 8 %.

[0035] Les présents inventeurs ont constaté qu'un produit filé essentiellement recristallisé en alliage selon l'invention présente une résistance à la corrosion intergranulaire améliorée. Ainsi les produits filés selon l'invention ont une résistance à la corrosion intergranulaire selon le test ISO 11846 méthode B telle que la profondeur maximale de corrosion sur une coupe transversale du produit filé est inférieure à 200 µm et que la superficie relative de l'attaque est inférieure à 50 %.

[0036] De plus les présents inventeurs ont constaté que de manière surprenante un produit filé essentiellement recristallisé en alliage selon l'invention présente après usinage et anodisation une rugosité améliorée. Notamment, après polissage miroir et anodisation à une température de 30°C avec une solution comprenant 180 g/l d'acide sulfurique et 14g/l d'acide oxalique et 15 g/l de glycerol pour obtenir une couche d'oxyde d'épaisseur 30 µm le produit filé selon l'invention présente une rugosité Rz sur une génératrice parallèle à l'axe de filage inférieure ou égale à 1,7 µm et de préférence inférieure à 1,2 µm.

[0037] Les produits filés selon l'invention sont également avantageux en ce que pour une anodisation dite « dure » la durée d'anodisation est diminuée ce qui est favorable pour la productivité. Ainsi, un produit filé selon l'invention est caractérisé en ce que la durée d'anodisation pour obtenir une couche anodique d'épaisseur 30 µm dans une solution 200g/l H₂SO₄ à 5°C est inférieure à 30 minutes pour une densité de courant de 3A/dm² ou autrement dit la vitesse de croissance d'oxyde est supérieure à 1 µm/min.

[0038] L'invention a également pour objet le procédé de fabrication des produits filés selon l'invention.

[0039] Dans le procédé de fabrication selon l'invention, on élabore un alliage d'aluminium de composition selon l'invention, et on le coule typiquement sous forme de billette. La billette est ensuite homogénéisée à une température d'au moins d'au moins 580 °C. La température d'homogénéisation choisie contribue notamment à obtenir une structure granulaire essentiellement recristallisée. La billette ainsi homogénéisée est ensuite filée, la température initiale de filage étant inférieure à 550 °C et de préférence inférieure à 540 °C. Une température initiale de filage d'au moins 450 °C est préférée. Après filage on met en solution et on trempe de préférence avec de l'eau le produit filé obtenu, la mise en solution pouvant soit être effectuée grâce à la chaleur générée pendant le filage soit réalisée dans un traitement thermique séparé. La trempe effectuée en sortie de filière sur chaleur de filage, typiquement avec de l'eau est avantageuse.

[0040] Optionnellement on redresse et/ou on déforme à froid typiquement par traction et/ou étirage, et/ou on fait mûrir le produit filé. Avantageusement la déformation à froid est suffisante, typiquement d'au moins 7%, pour influencer les propriétés mécaniques après revenu. La maturation éventuelle est typiquement de quelques heures à quelques jours. Le produit filé est ensuite revenu à une température comprise entre 150 et 200 °C pendant une durée comprise entre 5 et 25 heures pour obtenir un état revenu T6 ou T8.

[0041] Il est possible après revenu d'effectuer une déformation à froid typiquement par étirage de façon à obtenir un état T9.

[0042] L'invention a également pour objet un procédé de fabrication d'une pièce mécanique décolletée et anodisée dans lequel, successivement,

- 5
a. on prépare un produit filé selon l'invention,
b. on usine le produit filé pour obtenir une pièce mécanique décolletée,
c. optionnellement on met en forme la pièce mécanique ainsi obtenue
d. on réalise une anodisation de la pièce mécanique ainsi obtenue, l'épaisseur d'oxyde étant au moins égale à 20 µm

10 [0043] Dans un mode de réalisation l'anodisation est réalisée à une température comprise entre 0 et 10 °C avec une solution contenant 100 à 250 g/l d'acide sulfurique avec une densité de courant de 1 à 3 A/dm² avec une vitesse de croissance d'oxyde supérieure à 1 µm/min. Les produits filés selon l'invention permettent notamment dans ces conditions de diminuer la durée d'anodisation par rapport aux produits selon l'art antérieur.

15 [0044] Dans un autre mode de réalisation, l'anodisation est réalisée à une température comprise entre 15 et 40 °C avec une solution comprenant 100 à 250 g/l d'acide sulfurique et 10 à 30 g/l d'acide oxalique et 5 à 30 g/l d'eau au moins un polyol. Avantageusement au moins un polyol est choisi parmi l'éthylène glycol, le propylène glycol ou le glycérol. Préférentiellement l'anodisation est réalisée avec une densité de courant comprise entre 1 et 5 A/dm² et de préférence de 2 et 4 A/dm².

20 [0045] Préférentiellement l'épaisseur de couche anodique obtenue est comprise entre 15 et 40 µm.

[0046] L'invention concerne également les pièces mécaniques décolletées et anodisées obtenues par le procédé selon l'invention. Ces pièces mécaniques sont avantageuses car simultanément elles présentent une rugosité Rz sur une génératrice parallèle à l'axe de filage inférieure ou égale à 2,3 µm et de préférence inférieure ou égale à 1,7 µm et leur résistance à la corrosion intergranulaire selon le test ISO 11846 méthode B est telle que la profondeur maximale de corrosion sur une coupe transversale du produit filé est inférieure à 200 µm et que la superficie relative de l'attaque est inférieure à 50 %.

[0047] L'utilisation d'un produit filé selon l'invention pour réaliser une pièce mécanique décolletée telle qu'un piston de frein ou un élément de boîte de vitesse est avantageuse.

30 Exemples

Exemple 1

[0048] Dans cet exemple, on a préparé deux alliages dont la composition est donnée dans le tableau 1.

35 Tableau 1 : Composition des alliages (% en poids)

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zr	Ni	Pb	Bi
A	0,6	0,26	0,24	0,03	1,1	0,05	0,02	< 0,01	< 0,01	0,25	0,5
B	0,7	0,40	0,30	0,11	1,0	0,11	0,02	< 0,01	0,01	0,38	0,7

[0049] Les alliages ont été coulés sous forme de billettes de diamètre 254 mm, homogénéisées à 585 °C puis filées sous forme de barres de section transversale 15 x 100 mm, par filage direct, la température initiale de filage étant 530 °C. La pression nécessaire pour initier le filage était de 140 bar pour l'alliage A selon l'invention, significativement inférieure à la pression nécessaire pour initier le filage de l'alliage B qui était de 160 bar. La vitesse de filage était de 8,3 m/min pour la billette en alliage A alors qu'elle était de 7,2 m/min pour l'alliage B. Des arrachements lors du filage ont été observés pour l'alliage B alors que ces fissurations n'ont pas été observées pour l'alliage A. L'alliage A présentait ainsi une meilleure friabilité que l'alliage B.

[0050] Les produits filés ont été trempés en sortie de presse. Les barres ainsi obtenues ont été tractionnées de 1% puis ont subi un revenu pour obtenir un état T6.

[0051] La barre en alliage A ainsi obtenue présentait une structure granulaire recristallisée à ¼ épaisseur tandis que la barre en alliage B présentait une structure granulaire non recristallisée à ¼ épaisseur. Les propriétés mécaniques des barres ainsi obtenues, mesurées dans la direction du filage sont présentées dans le Tableau 2.

Tableau 2 : Propriétés mécaniques obtenues

Alliage	Rm (MPa)	R _{p0,2} (MPa)	A%
A	327	306	12
B	370	348	13

[0052] Les barres obtenues étaient aptes au décolletage.

[0053] Les barres ont ensuite subi les traitements de préparation suivants : usinage de 2 mm, polissage miroir puis anodisation selon le procédé (1) ou le procédé (2) décrit dans le tableau 3

Tableau 3 - Description des procédés d'anodisation 1 et 2

Procédé	Prétraitement avant anodisation	Electrolyte pour anodisation	Densité de courant (A/dm ²)	Température (°C)	Epaisseur d'oxyde (μm)
1	Dégraissage Novaclean D708	200g/l H ₂ SO ₄	3	5	30
2	Dégraissage Novaclean D708	180g/l H ₂ SO ₄ + 14g/l acide oxalique + 15g/l glycerol	2	30	30

[0054] Les résultats obtenus pour la rugosité sont donnés dans le Tableau 4.

Tableau 4. Résultats des mesures de rugosité après traitement d'anodisation.

Alli age	Procédé d'anodisation	Densité de courant (A/dm ²)	Temper ature (°C)	Durée d'anodisati on (min)	Moyenne Ra (μm)	Moyenne Rz (μm)	Moyenn e Rmax (μm)
A	1	3	5	23	0,35	2,33	3,28
A	2	2	30	53	0,09	0,95	1,78
B	1	3	5	34	0,39	2,46	3,46

Exemple 2

[0055] Dans cet exemple, on a préparé deux alliages dont la composition est donnée dans le tableau 5.

Tableau 5 : Composition des alliages (% en poids)

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zr	Ni	Pb	Bi
A	0,6	0,26	0,24	0,03	1,1	0,05	0,02	< 0,01	< 0,01	0,25	0,5
C	0,7	0,37	0,32	0,12	1,0	0,12	0,03	< 0,01	< 0,01	0,35	0,7

[0056] Les alliages ont été coulés sous forme de billettes de diamètre 254 mm, homogénéisées à 585 °C puis filées sous forme de barres cylindriques et trempées en sortie de presse. Les barres ainsi obtenues ont été tractionnées de 1% puis ont subi un revenu et ont été étirées pour obtenir des barres de diamètre 14 mm.

[0057] La barre en alliage A ainsi obtenue présentait une structure granulaire recristallisée à ¼ épaisseur tandis que la barre en alliage B présentait une structure granulaire non recristallisée à ¼ épaisseur.

[0058] Les barres obtenues étaient aptes au décolletage.

[0059] La résistance à la corrosion a été évaluée en milieu de barre selon le test normalisé EN ISO 11846 :2008 (méthode B). Les résultats sont présentés dans le Tableau 6 et sur la Figure 1.

Tableau 6 - Résultats des essais de corrosion

Alliage	Surface de la barre			Surface de la coupe transversale		
	Profondeur maximale de l'attaque (μm)	Superficie relative de l'attaque (%)		Profondeur maximale de l'attaque (μm)	Superficie relative de l'attaque (%)	
5	A	330	20	50	10	
10	A	300	10	80	10	
	C	305	100	690	100	
	C	300	100	720	100	
	C	370	100	600	100	

Exemple 3

[0060] Dans cet exemple, on a préparé deux alliages dont la composition est donnée dans le tableau 7.

Tableau 7 : composition des alliages (% en poids)

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zr	Ni	Pb	Bi
D	0,6	0,24	0,21	0,01	1,04	0,05	0,02	< 0,01	< 0,01	0,23	0,4
E	0,7	0,40	0,30	0,11	1,01	0,12	0,02	< 0,01	< 0,01	0,34	0,7

[0061] Les alliages ont été coulés sous forme de billettes, homogénéisées puis filées sous forme de barres de diamètre 30 mm.

[0062] Les produits filés ont été trempés en sortie de presse. Les barres ainsi obtenues ont été tractionnées de 1% puis ont subi un revenu pour obtenir des barres en état T6.

[0063] Les deux alliages D et E sont testés à l'état T6 et sont différents par leur structure granulaire. La barre en alliage D ainsi obtenue présentait une structure granulaire recristallisée à $\frac{1}{4}$ épaisseur tandis que la barre en alliage E présentait une structure granulaire non recristallisée à $\frac{1}{4}$ épaisseur. Les propriétés mécaniques des barres ainsi obtenues, mesurées dans la direction du filage sont présentées dans le Tableau 8.

Tableau 8 : Propriétés mécaniques obtenues

Alliage	Etat	Barre Diamètre (mm)	Rm (MPa)	R _{p0,2} (MPa)	A%
D	T6	30	330	298	17,9
E	T6	30	359	341	12,6

Exemple 4

[0064] Dans cet exemple, on a préparé deux alliages dont la composition est donnée dans le tableau 9.

Tableau 9 : composition des alliages (% en poids)

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zr	Ni	Pb	Bi
F	0,6	0,23	0,27	0,04	1,06	0,05	0,02	<0.01	0.01	0.28	0.5
G	0,6	0,26	0,24	0,01	1,03	0,07	0,02	<0.01	0,01	0,24	0,4

[0065] Les alliages ont été coulés sous forme de billettes de diamètre 261 mm, homogénéisées à 585 °C puis filées sous forme de barres.

[0066] Les produits filés ont été trempés en sortie de presse. Les barres ainsi obtenues ont été tractionnées de 1%, puis ont subi un revenu suivi d'une déformation à froid pour obtenir un produit à l'état T9. L'alliage F a été étiré de telle sorte à obtenir une barre de diamètre 24.5 mm et l'alliage G une barre de diamètre 26 mm.

[0067] Les barres en alliage F et G ainsi obtenues présentent une structure granulaire recristallisée à $\frac{1}{4}$ épaisseur.

[0068] Les propriétés mécaniques des barres ainsi obtenues à l'état T9, mesurées dans la direction du filage sont présentées dans le Tableau 9.

Tableau 9 : Propriétés mécaniques obtenues

Alliage	Etat	Barre diamètre (mm)	Rm (MPa)	R _{p0,2} (MPa)	A%
F	T9	24.5	352	344	9
G	T9	26	357	346	9

Exemple 5

[0069] Dans cet exemple, on a préparé un alliage dont la composition est donnée dans le tableau 10.

Tableau 10 : composition des alliages (% en poids)

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	Zr	Ni	Pb	Bi
H	0,6	0,24	0,21	0,01	1,04	0,05	0,02	<0.01	0,01	0,23	0,4

[0070] L'alliage a été coulé sous forme de billettes de diamètre 261 mm, homogénéisées puis filées sous forme de barres.

[0071] Une barre a été trempée en sortie de presse, tractionnée de 1% puis déformée à froid pour obtenir un diamètre final de 24.6 mm puis a subi un revenu pour obtenir un produit à l'état T8.

[0072] Une autre barre a été trempée en sortie de presse, tractionnée à froid d'environ 1%, puis a subi un revenu suivi d'une déformation à froid pour obtenir un diamètre final de 24.5 mm pour obtenir un produit à l'état T9.

[0073] Les barres en alliage H ainsi obtenues présentent une structure granulaire recristallisée à ¼ épaisseur.

[0074] Les propriétés mécaniques des barres ainsi obtenues à l'état T8 et T9, mesurées dans la direction du filage sont présentées dans le Tableau 11.

[0075] L'aptitude au décolletage a été évaluée par un test d'usinage tel que décrit dans la demande internationale WO2013/170953 au paragraphe [0039]. Le test consiste à déterminer l'aptitude à la fragmentation des copeaux en mesurant le nombre de copeaux dans une masse déterminée de copeaux collectés, ici 100g. Le poids de 50 copeaux a aussi déterminé. Les résultats sont présentés dans le tableau 11.

[0076] L'usinage est effectué en utilisant un tour SP 12 CNC et un insert rhombique avec une forme basique de 80° vendu sous la marque enregistrée SANDVIK Coromant Coroturn® 107 avec la référence CCGX 09 T3 04-AL, conçu pour les alliages d'aluminium. Les paramètres d'usinage utilisés sont une vitesse de rotation de 3000 tour/min, une alimentation de 0,3 mm/tour et une profondeur de découpe de 3,5 mm.

Tableau 11 : Résultats obtenus après le test d'aptitude au décolletage décrit demande internationale WO2013/170953 au paragraphe [0039]

Alliage	Etat	Diamètre de barre (mm)	Rm (MPa)	R _{p0,2} (MPa)	A%	Nombre de copeaux dans 100g	Masse de 50 copeaux (g)
H	T9	24.5	380	357	8	4272	1,1705
	T8	24.6	348	321	15,6	4744	1,0539

Revendications

- 50 1. Produit filé apte au décolletage en alliage d'aluminium de composition, en % en poids, Si 0,4 - 0,8 ; Mg 0,8 - 1,2 ; Cu 0,20 - 0,4 ; Fe 0,05 - 0,4 ; Mn ≤ 0,10 ; Ti < 0,15 ; Cr ≤ 0,08 ; Zr < 0,04; Bi 0,4 - 0,8; Pb 0,2 - 0,4; autres éléments < 0,05 chacun et < 0,15 en total reste aluminium, **caractérisé en ce que** sa composition est telle que, Cr + Mn ≤ 0,15, et **en ce que** sa structure granulaire présente un taux de recristallisation à ¼ épaisseur supérieur à 70% .
- 55 2. Produit filé selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** la teneur en cuivre est au moins 0,23 % en poids et/ou la teneur en fer est au moins 0,20 % en poids.
3. Produit filé selon une quelconque des revendications 1 à 2 **caractérisé en ce que** sa composition est telle que, en

% en poids, Pb 0,2 - 0,34.

4. Produit filé selon une quelconque des revendications 1 à 3 **caractérisé en ce que** après polissage miroir et anodisation à une température de 30°C avec une solution comprenant 180 g/l d'acide sulfurique et 14g/l d'acide oxalique et 15 g/l de glycerol pour obtenir une couche d'oxyde d'épaisseur 30 μm il présente une rugosité R_z sur une génératrice parallèle à l'axe de filage, mesurée selon la norme ISO 4287, inférieure ou égale à 1,7 μm et de préférence inférieure à 1,2 μm .
5. Produit filé selon une quelconque des revendications 1 à 4 caractérisé en ce la durée d'anodisation pour obtenir une couche anodique d'épaisseur 30 μm dans une solution 200g/l H₂SO₄ à 5°C est inférieure à 30 minutes pour une densité de courant de 3A/dm².
10. Produit filé selon une quelconque des revendications 1 à 5 **caractérisé en ce que** sa résistance à la corrosion intergranulaire selon le test ISO 11846 méthode B est telle que la profondeur maximale de corrosion sur une coupe transversale du produit filé est inférieure à 200 μm et que la superficie relative de l'attaque est inférieure à 50 %.
15. Utilisation d'un produit filé selon une quelconque des revendications 1 à 6 pour la fabrication d'un piston de frein ou d'un élément de boite de vitesse.
20. 8. Procédé de fabrication d'un produit filé selon une quelconque des revendications 1 à 3 dans lequel successivement
 - a. on élabore un alliage d'aluminium de composition selon une quelconque des revendications 1 à 3, et on le coule typiquement sous forme de billette
 - b. on homogénéise ladite billette à une température d'au moins 580 °C,
 25. c. on file ladite billette ainsi homogénéisée pour obtenir un produit filé, la température initiale de filage étant inférieure à 550 °C,
 - d. on met en solution et on trempe de préférence avec de l'eau ledit produit filé, ladite mise en solution pouvant soit être effectuée grâce à la chaleur générée pendant le filage soit réalisée dans un traitement thermique séparé,
 - e. optionnellement on redresse et/ou on déforme à froid typiquement par traction et/ou étirage, et/ou on fait mûrir ledit produit filé,
 - f. on réalise un revenu à une température comprise entre 150 et 200 °C pendant une durée comprise entre 5 et 25 heures,
 30. g. optionnellement on déforme à froid typiquement par étirage ledit produit filé.
35. 9. Procédé de fabrication d'une pièce mécanique décolletée et anodisée dans lequel successivement
 - a. on prépare un produit filé par le procédé selon la revendication 8,
 - b. on usine le produit filé pour obtenir une pièce mécanique décolletée,
 40. c. optionnellement on met en forme la pièce mécanique ainsi obtenue
 - d. on réalise une anodisation de la pièce mécanique ainsi obtenue, l'épaisseur d'oxyde étant au moins égale à 15 μm
45. 10. Procédé de fabrication selon la revendication 9 dans lequel ladite anodisation est réalisée à une température comprise entre 0 et 10 °C avec une solution contenant 100 à 250 g/l d'acide sulfurique avec une densité de courant de 1 à 3 A/dm² avec une vitesse de croissance d'oxyde supérieure à 1 $\mu\text{m}/\text{min}$.
50. 11. Procédé de fabrication selon la revendication 9 dans lequel ladite anodisation étant réalisée à une température comprise entre 15 et 40 °C avec une solution comprenant 100 à 250 g/l d'acide sulfurique et 10 à 30 g/l d'acide oxalique et 5 à 30 g/l d'eau moins un polyol.
12. Procédé selon la revendication 11 dans lequel au moins un polyol est choisi parmi l'éthylène glycol, le propylène glycol ou le glycérol.
55. 13. Procédé selon une quelconque des revendications 9 à 12 dans lequel ledit usinage est réalisé par tournage pour obtenir une pièce mécanique décolletée de révolution.

Patentansprüche

1. Stranggepresstes, zum Automatendrehen geeignetes Produkt aus Aluminiumlegierung mit der Zusammensetzung, in Gew.-%, Si 0,4 - 0,8; Mg 0,8 - 1,2; Cu 0,20 - 0,4; Fe 0,05 - 0,4; Mn ≤ 0,10; Ti < 0,15; Cr ≤ 0,08; Zr < 0,04; Bi 0,4 - 0,8; Pb 0,2 - 0,4; sonstige Elemente jeweils < 0,05 und insgesamt < 0,15, der Rest Aluminium, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Zusammensetzung derart ist, dass Cr + Mn ≤ 0,15, und dadurch, dass seine Kornstruktur einen Rekristallisationsgrad bei 1/4 Dicke von mehr als 70 % aufweist.
2. Stranggepresstes Produkt nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kupfergehalt mindestens 0,23 Gew.-% beträgt und/oder der Eisengehalt mindestens 0,20 Gew.-% beträgt.
3. Stranggepresstes Produkt nach einem der Ansprüche 1 bis 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Zusammensetzung derart ist, dass, in Gew.-%, Pb 0,2 - 0,34 beträgt.
4. Stranggepresstes Produkt nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** es nach dem Hochglanzpolieren und Anodisieren bei einer Temperatur von 30 °C mit einer Lösung, die 180 g/l Schwefelsäure und 14 g/l Oxalsäure und 15 g/l Glycerin umfasst, um eine Oxidschicht einer Dicke von 30 µm zu erhalten, eine Rauheit R_z auf einer Erzeugenden parallel zur Strangpressachse, nach der Norm ISO 4287 gemessen, von kleiner oder gleich 1,7 µm und bevorzugt kleiner als 1,2 µm aufweist.
5. Stranggepresstes Produkt nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anodisierungszeit, um eine Anodenschicht einer Dicke von 30 µm zu erhalten, in einer Lösung von 200 g/l H₂SO₄ bei 5 °C bei einer Stromdichte von 3 A/dm² weniger als 30 Minuten beträgt.
6. Stranggepresstes Produkt nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** seine Beständigkeit gegen intergranulare Korrosion gemäß der Prüfung ISO 11846, Methode B, derart ist, dass die maximale Korrosonstiefe auf einem Querschnitt des stranggepressten Produkts weniger als 200 µm beträgt und dass die relative Angriffsfläche weniger als 50 % beträgt.
7. Verwendung eines stranggepressten Produkts nach einem der Ansprüche 1 bis 6 zur Herstellung eines Bremskolbens oder eines Getriebeelements.
8. Verfahren zur Herstellung eines stranggepressten Produkts nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei nacheinander
 - a. eine Aluminiumlegierung mit einer Zusammensetzung nach einem der Ansprüche 1 bis 3 angefertigt wird und typischerweise in Form eines Knüppels gegossen wird,
 - b. der Knüppel bei einer Temperatur von mindestens 580 °C homogenisiert wird,
 - c. der so homogenisierte Knüppel stranggepresst wird, um ein stranggepresstes Produkt zu erhalten, wobei die anfängliche Strangpressstemperatur weniger als 550 °C beträgt,
 - d. das stranggepresste Produkt in Lösung gebracht und bevorzugt mit Wasser abgeschreckt wird, wobei das In-Lösung-Bringen entweder mithilfe der während des Strangpressens erzeugten Wärme erfolgen, oder in einer separaten Wärmebehandlung ausgeführt werden kann,
 - e. gegebenenfalls das stranggepresste Produkt gestreckt und/oder kalt verformt wird, typischerweise durch Recken und/oder Ziehen, und/oder reifen gelassen wird,
 - f. eine Auslagerung bei einer Temperatur im Bereich zwischen 150 und 200 °C während einer Dauer im Bereich zwischen 5 und 25 Stunden ausgeführt wird,
 - g. gegebenenfalls das stranggepresste Produkt, typischerweise durch Ziehen, kalt verformt wird.
9. Verfahren zur Herstellung eines automatengedrehten und anodisierten mechanischen Werkstücks, wobei nacheinander
 - a. ein stranggepresstes Produkt durch das Verfahren nach Anspruch 8 hergestellt wird,
 - b. das stranggepresste Produkt bearbeitet wird, um ein automatengedrehtes mechanisches Werkstück zu erhalten,
 - c. gegebenenfalls das so erhaltene mechanische Werkstück in Form gebracht wird,
 - d. ein Anodisieren des so erhaltenen mechanischen Werkstücks ausgeführt wird, wobei die Oxiddicke mindestens gleich 15 µm beträgt.

10. Herstellungsverfahren nach Anspruch 9, wobei das Anodisieren bei einer Temperatur im Bereich zwischen 0 und 10 °C mit einer Lösung, die 100 bis 250 g/l Schwefelsäure enthält, mit einer Stromdichte von 1 bis 3 A/dm² mit einer Oxidwachstumsgeschwindigkeit von mehr als 1 µm/min ausgeführt wird.
- 5 11. Herstellungsverfahren nach Anspruch 9, wobei das Anodisieren bei einer Temperatur im Bereich zwischen 15 und 40 °C mit einer Lösung ausgeführt wird, die 100 bis 250 g/l Schwefelsäure und 10 bis 30 g/l Oxalsäure und 5 bis 30 g/l mindestens eines Polyols umfasst.
- 10 12. Verfahren nach Anspruch 11, wobei mindestens ein Polyol aus Ethylenglykol, Propylenglykol oder Glycerin ausgewählt ist.
- 15 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, wobei die Bearbeitung durch Drehen ausgeführt wird, um ein rotationssymmetrisches automatengedrehtes mechanisches Werkstück zu erhalten.

Claims

1. Extruded product suitable for turning, made of an aluminum alloy having a composition in wt% of Si 0.4 - 0.8; Mg 0.8 - 1.2; Cu 0.20 - 0.4; Fe 0.05 - 0.4; Mn ≤ 0.10; Ti < 0.15; Cr ≤ 0.08; Zr<0.04, Bi 0.4 - 0.8; Pb 0.2 - 0.4; other elements < 0.05 each and < 0.15 in total remains aluminum, **characterized in that** its composition is such that Cr + Mn ≤ 0.15, and **in that** its granular structure has a recrystallization rate at ¼ thickness greater than 70%.
2. Extruded product according to claim 1, **characterized in that** the copper content is at least 0.23 wt% and/or the iron content is at least 0.20 wt%.
- 25 3. Extruded product according to any one of claims 1 through 2, **characterized in that** the composition thereof in wt% is Pb 0.2 - 0.34.
- 30 4. Extruded product according to any one of claims 1 through 3, **characterized in that**, after mirror polishing and anodizing at a temperature of 30°C with a solution comprising 180 g/l sulfuric acid and 14 g/l oxalic acid and 15 g/l glycerol in order to make an oxide layer 30 µm thick, the product has a roughness R_Z on a generatrix parallel to the extrusion axis, measured according to standard ISO 4287, that is equal to or less than 1.7 µm and preferably less than 1.2 µm.
- 35 5. Extruded product according to any one of claims 1 through 4, **characterized in that** the anodizing time in order to obtain an anodic layer 30 µm thick in a solution of 200 g/l H₂SO₄ at 5°C is less than 30 minutes for a current density of 3 A/dm².
- 40 6. Extruded product according to any one of claims 1 through 5, **characterized in that** the intergranular corrosion resistance thereof per test ISO 11846, method B, is such that the maximum corrosion depth on a cross-sectional cut of the extruded product is less than 200 µm and the corresponding attacked surface area is less than 50%.
- 45 7. Use of an extruded product according to any one of claims 1 through 6 to produce a brake piston or a gearbox part.
- 50 8. Method for producing an extruded product according to any one of claims 1 through 3 through the following steps
 - a. an aluminum alloy having a composition according to any one of claims 1 through 3 is prepared and is typically cast in the form of a billet
 - b. said billet is homogenized at a temperature of at least 580°C,
 - c. said homogenized billet is extruded to produce an extruded product, the initial extrusion temperature being less than 550°C,
 - d. said extruded product is placed in a solution and quenched, preferably with water, with said immersion in solution being done either at the temperature generated during the extrusion process, or in a separate heat treatment,
 - e. optionally, it is straightened and/or cold deformed, typically by traction and/or drawing, and/or said extruded product is naturally aged,
 - f. artificial aging is performed at a temperature of between 150 and 200°C for 5 to 25 hours,
 - 55 g. optionally, cold deforming is typically done by drawing said extruded product.

9. Method for producing a turned and anodized mechanical part through the following steps

- 5 a. an extruded product is prepared according to the method of claim 8,
- b. the extruded product is machined to make a turned mechanical part,
- c. optionally, the resulting mechanical part is formed
- d. the resulting mechanical part is anodized, with the oxide thickness being at least 15 µm

10 10. Production method according to claim 9 in which said anodizing is done at a temperature of between 0 and 10°C with a solution containing 100 to 250 g/l sulfuric acid with a current density of 1 to 3 A/dm² with an oxide growth rate greater than 1 µm/min.

15 11. Production method according to claim 9 in which said anodizing is done at a temperature of between 15 and 40°C with a solution comprising 100 to 250 g/l sulfuric acid and 10 to 30 g/l oxalic acid, and 5 to 30 g/l of at least one polyhydric alcohol.

16 12. Method according to claim 11 in which at least one polyhydric alcohol is chosen from ethylene glycol, propylene glycol, or glycerol.

17 13. Method according to any one of claims 9 through 12 in which said machining is performed by turning in order to obtain a turned mechanical part.

25

30

35

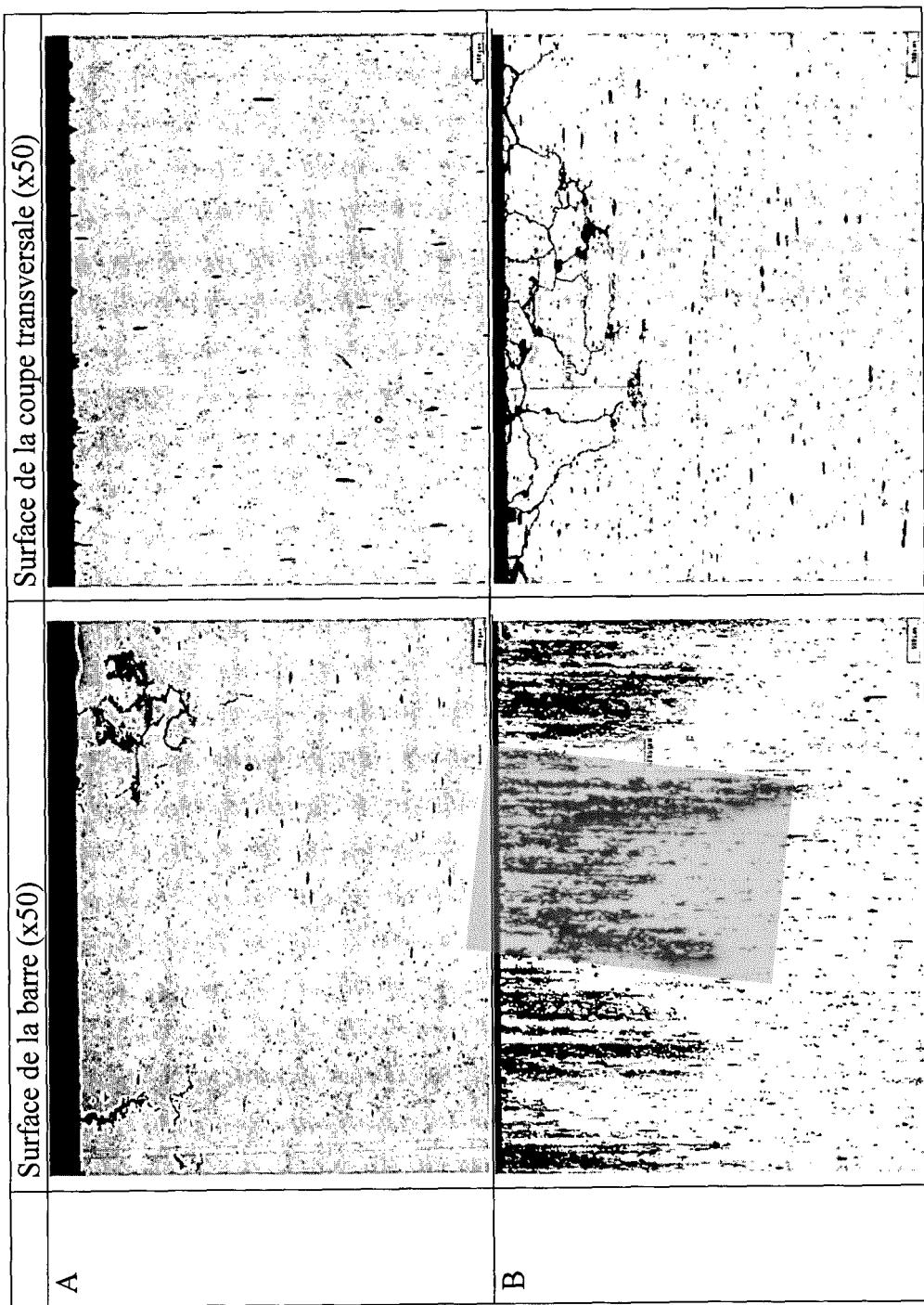
40

45

50

55

FIG 1



RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- WO 2005100623 A [0008]
- WO 2007027629 A [0009]
- WO 2008112698 A [0010]
- WO 2013170953 A [0011] [0022] [0027] [0075]
- US 3524799 A [0012]
- EP 1980651 A [0012]
- US 6248189 B [0014]
- EP 0176187 A [0015]
- JP 2004292847 A [0016]

Littérature non-brevet citée dans la description

- *Rod & Bar Alloy 6064 Technical Datasheet*, 19 Août 2014, 1-2, <http://www.kaiseraluminium.com/wp-content/uploads/2007/05/rod-bar-alloy-6064.pdf> [0013]